

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-096808

(43)Date of publication of application : 14.04.1998

(51)Int.Cl.

G02B 5/18

G02B 5/30

H01L 21/3205

(21)Application number : 08-251252

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 24.09.1996

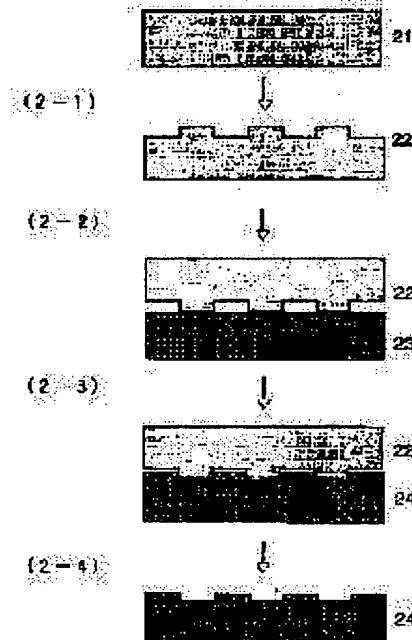
(72)Inventor : TAMAMURA TOSHIAKI
NAKAO MASASHI
MASUDA HIDEKI
OZAWA AKIRA

(54) FORMATION OF FINE PATTERN

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily form metallic patterns including fine patterns with a printing technique of pressing a mold with good reproducibility by directly pressing and pressurizing this mold to a metallic layer.

SOLUTION: An object 21 having patterned ruggedness including the fine patterns of $\sim 1\text{ }\mu\text{m}$ is brought into tight contact directly with a working object having the metallic layer on the surface and is pressurized thereto in order to form the patterned ruggedness including the fine patterns of $\sim 1\text{ }\mu\text{m}$ on the metal surface. Namely, the object 21 to be formed as the mold, is first subjected to fine processing by electron beam lithography and dry etching, by which the patterned ruggedness is formed on the surface and the mold 22 is obtd. This mold is then brought into tight contact with the surface of the metal having the smoothed surface and is pressurized thereto, by which the relatively soft metallic is deformed and the ruggedness reverse from the ruggedness of the mold 22 is formed on the surface. The rugged patterns 24 of the metal are completed by removing the mold 22 thereafter.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting app al against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-96808

(43) 公開日 平成10年(1998)4月14日

(51) Int.Cl.⁶
G 0 2 B 5/18
5/30
H 0 1 L 21/3205

識別記号

F I
G 0 2 B 5/18
5/30
H 0 1 L 21/88

A

審査請求 未請求 請求項の数3 O.L. (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-251252

(22) 出願日 平成8年(1996)9月24日

(71) 出願人 000004226
日本電信電話株式会社
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号
(72) 発明者 玉村 敏昭
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内
(72) 発明者 中尾 正史
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内
(72) 発明者 益田 秀樹
東京都八王子市別所2-13-2-510
(74) 代理人 弁理士 中村 純之助

最終頁に続く

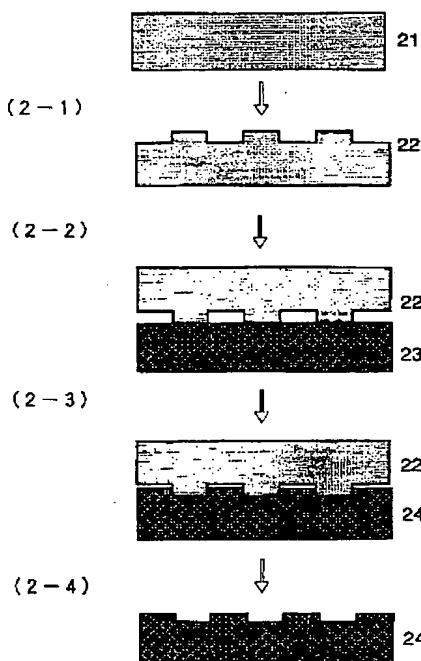
(54) 【発明の名称】 微細パタン形成法

(57) 【要約】

【課題】 型を押しつけるプリント技術で、 $1 \mu m$ 以下の金属パタンを簡便に、かつ、再現性良く形成できる技術を提供することとする。

【解決手段】 表面が金属からなる物体23に、表面に $1 \mu m$ 以下の微細なパタンを含むパタン状の凹凸を有する物体22を密着させて加圧することにより、前記金属表面に該パタン状凹凸を形成することを特徴とする微細パタン形成法。

(図1)



【特許請求の範囲】

【請求項1】表面が金属からなる物体に、表面に $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の微細なパタンを含むパタン状の凹凸を有する物体を密着させて加圧することにより、前記金属表面に該パタン状凹凸を形成することを特徴とする微細パタン形成法。

【請求項2】請求項1の微細なパタン状凹凸を有する物体が、ダイヤモンド板、あるいはシリコンカーバイド板であることを特徴とする微細パタン形成法。

【請求項3】請求項1の微細なパタン状凹凸を有する物体が、少なくともその表面がダイヤモンドあるいはダイヤモンド状カーボン、あるいはシリコンカーバイドであることを特徴とする微細パタン形成法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回折格子、偏光子等の光学素子等のデバイス作製に適用できる微細パタンを形成する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】物体表面にパタン状の凹凸を作る方法は、金型を用いたモールド成形やプレス技術、印刷技術等が汎用的に使われている。しかし、これらの技術の解像度は、金型の製造精度や耐久性等の要因から、数 μm 程度に限界があり、光学素子や半導体素子で要求されている $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下のいわゆるサブミクロン領域のパタンを形成するには、リソグラフィ技術が用いられている。これは、紫外線・X線・電子線等の短波長の露光源を被加工面上に塗布したレジストと呼ばれる感光材にパタン状に照射して、レジスト中に潜像を作り、これを現像してパタンとなし、このパタン状レジストをマスクとして、被加工面の加工を行うものである。このようなリソグラフィ工程は、大規模集積回路等の半導体素子の製造に汎用的に使用されているものの、製造工程が複雑で、多大な設備投資が必要である。更に、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以下のナノメータサイズの凹凸を形成するには、高解像度電子ビーム露光装置が必要になり、更に、これを用いて高密度のナノメータパタンを大面积に描画しようとすると、長時間の露光が必要となる。

【0003】このような問題点を克服する手段として、最近、ナノメータサイズの凹凸を有する型を被加工面上のレジストに押しつけて、レジスト上にこの凹凸を転写する方法が提案されている(Stephen Y. Chou, Peter R. Krauss and Preston J. Renstrom; "Imprint of sub 25 nm vias and trenches in polymers", Applied Physics Letters, Vol. 67 (21), 20 November 1995 pp 3114-3116)。

【0004】上記の技術を図3および図4に基づいて説明する。なお、図3と図4は連続して工程を示しており、図3の(1-4)から図4の(1-5)へと続いている。先ず、型の基板となるシリコン基板11を熱酸化

して、表面に酸化シリコン層12を形成する(1-1)。この基板に高解像度の電子ビームリソグラフィで最小 25 nm のパタンを形成し、深さ 250 nm の酸化シリコン13をエッチングし、レジストを除去して型を完成させる(1-2)。次に、被加工基板として同様にシリコン基板14を用い、これに 55 nm の膜厚のPMMA A(ポリメチルメタクリレート)のレジスト15をスピンドコートし、この上に型(11+13)を密着させる(1-3)。そしてPMMAのガラス転移温度の 105°C を上回る 200°C に昇温した後、型に 13.1 MPa の圧力をかける(1-4)。その後、室温まで冷却させて、注意深く型をはずすと、PMMA 16に凹凸が形成される(1-5)。その後の加工を行うには、金属の例をとると、凹部に残存するPMMAを酸素プラズマで除去する(1-6)。ついで、金属18をこの上に蒸着し(1-7)、溶剤中で残存するPMMAをその上の金属と共に除去して、金属パターン19を得る(1-8)。

【0005】この方法では、高解像度の電子ビームリソグラフィを用いて、型を形成すれば、その後は(1-3)～(1-8)の工程を繰り返すことにより、電子ビームリソグラフィを行うことなく、ナノメータのサイズの金属パタンが得られる利点があると、報告されている。しかし、この方法では、電子ビームリソグラフィの工程を除いても、まだ、工程が複雑で、昇温・冷却等にかなり時間を要する。また、最も問題であるのは、加圧や除去の際に、微細な凹凸構造になっている酸化シリコンが破壊されやすく、繰り返しの使用が困難な点である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記従来技術に鑑み、型を押しつけるプリント技術で、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の金属パタンを簡単に、かつ、再現性良く形成できる技術を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に記載の微細パタン形成法では、簡便な工程で $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の微細パタンを含むパタン状の凹凸を金属表面に形成するために、型を金属層に直接押しつけて加圧することを特徴とする。

【0008】更に、本発明の請求項2に記載の微細パタン形成法では、金属層に型を直接押しつけても、型に形成した微細な凹凸が破壊されないように、型を硬度・強度共に優れたダイヤモンド板、あるいは、シリコンカーバイド板で形成することを特徴としている。

【0009】また、本発明の請求項3に記載の微細パタン形成法では、種々の応用分野に対応するため、上記の型の少なくともその表面がダイヤモンドあるいはダイヤモンド状カーボン、あるいはシリコンカーバイドで形成することを特徴としている。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明では、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の微細なパタンを含むパタン状の凹凸を金属表面に形成するためには、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の微細なパタンを含むパタン状の凹凸を有する物体を、金属層を表面にもつ被加工物体に、直接密着させて加圧することを特徴としている。この方法を図1に基づいて説明する。

【0011】図1は本発明の第1の実施の形態の工程を示す断面図である。先ず、型となる物体21に電子ビームリソグラフィとドライエッチングで微細加工を施し、表面にパタン状の凹凸をつけ、型22とする(2-1)。次いで、これを表面を平滑にした金属23の表面に密着し(2-2)、加圧すると、比較的柔らかな金属は変形して、その表面に型と逆の凹凸が形成される(2-3)。その後、型を取り外すことにより金属の凹凸パタン24が完成する(2-4)。

【0012】この方法では、従来のレジストに型を押しつけて、このレジストの凹凸を基に金属パタンを形成する方法に比べて、大幅に工程を簡略化できる。この際、問題になるのは、軟化させた高分子に型を転写する場合より、加える圧力を高くする必要があることで、金や、アルミニウムのように比較的柔らかい金属においても、約 30 MPa 以上の高い圧力が必要である。これは、高分子の場合の2倍以上で、シリコンや酸化シリコンで凹凸を構成すると、微細な凹凸が破壊されたり、型の基板自体が損傷しやすい。一方、金属で微細な凹凸を有する型を構成すると、破壊には非常に強くなる反面、加圧により型が変形しやすいという問題点があることがわかつた。

【0013】以上の知見を基に本発明者等は、型を、強度・硬度とも優れ、表面平滑性も良く、微細な凹凸の形成が容易な、ダイヤモンド板、あるいは、シリコンカーバイド板で構成すると、上記の問題点を全て克服できることを見出し、本発明の完成に至った。ダイヤモンド基板の場合は、微細凹凸、基板共に、 60 MPa の圧力にも損傷や破壊が見られず、シリコンカーバイド板でも、 50 MPa の圧力に耐久性があり、金属層を表面に持つ物体に型の微細凹凸をプリントできることが明らかになった。

【0014】また、微細なパタン状凹凸を有する物体が、ダイヤモンド板、あるいはシリコンカーバイド板そのものである必要はなく、適切な強度を有する物体の表面がダイヤモンドあるいはダイヤモンド状カーボン、あるいはシリコンカーバイドであれば、金属層への転写が可能である。即ち、ステンレス等の物体の表面に、ダイヤモンド膜、ダイヤモンド状カーボン膜、シリコンカーバイド膜を堆積・張り付け等の手段で形成し、これを微細加工して、型を構成する。更には、凹凸を形成したダイヤモンド、ダイヤモンド状カーボン、シリコンカーバイドを張り付ける方法も可能である。

【0015】型となる物体の平滑な表面に $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の

微細な凹凸を作るには、ホトリソグラフィ、紫外線二光束干渉法、電子ビームリソグラフィ、X線リソグラフィ、イオンビームリソグラフィ等を目的やパタン形状に応じて、使い分けることが可能である。本発明では、殆どのパタンに対応できる電子ビームリソグラフィを使用したが、当然のことながら、この手段にのみ限られるものではない。

【0016】また、ダイヤモンドやダイヤモンド状カーボンの表面に高解像度で凹凸を付与する加工は、酸素プラズマ耐性の優れた、シリコン含有レジストや、酸化シリコン、窒化シリコンや金属をマスクとして、酸素をエッチングガスとして用いる、反応性イオンエッチングで容易に行うことができる。一方、シリコンカーバイド表面の加工は、レジストや金属をマスクとした、フルオロカーボン系のエッチングガスを用いたドライエッチングが使用できる。

【0017】一方、金属層を表面にもつ物体としては、鏡面研磨した金属板等の金属そのもの、あるいは、鏡面を有する適当な基板上に、蒸着やスパッタリング、電気メッキ等で金属薄膜を堆積したもの等、応用目的に応じた基板構成を用いる。但し、数十 MPa の高い圧力で、型を押しつけても、破損しない程度の基板強度を確保する必要はある。加工する金属の種類としては、押しつける圧力を低くできるという観点から、柔らかいアルミニウム、金、銀、鉛、錫、黄銅が適する。加圧手段としては、油圧プレス等の通常のプレス装置が使用できる。

【0018】また、反射型回折格子のように、金属表面に単に凹凸があれば良いものについては、型を密着して加圧する工程のみであるが、金属配線や偏光子のように金属がパタン状に分離している必要があるものについては、図2のような工程でパタン化が可能である。

【0019】図2は本発明の第2の実施の形態の工程を示す断面図である。図2において、先ず、配線パタンや偏光子に用いる格子上のパタンに相当する凹凸をダイヤモンドあるいはシリコンカーバイドの基板31の表面に電子ビームリソグラフィと反応性イオンエッチングで形成する(3-1)。この型32を数 $100\text{~}10\text{ nm}$ の膜厚の金あるいはアルミニウムあるいは銀34を蒸着した基板33に密着させ(3-2)、プレス装置を用いて、 $40\text{~}50\text{ MPa}$ 程度の圧力をかけると、金属薄膜に凹凸35が形成される(3-3)。型をはずした後(3-4)、アルゴンガスを用いたイオンビームスパッタリングで、凹部に残存する膜厚分の金属を除去して、金属パタン36とする(3-5)。

【0020】以上のように、本発明の微細パタン形成法では、従来のレジストにプリントして、これを金属パタンに加工する図3、図4に示した工程に比較して、大幅に工程を簡略化できる利点がある。本発明で作製する微細金属パタンは、回折格子、偏光子等の光学素子、半導体デバイス用微細金属配線に利用可能である。また、本

発明の構造の型は、当然のことながら、工程の大幅簡略化は出来ないものの、図3、図4に示した工程でレジストに型をプリントする技術にも適用可能であり、型の繰り返し使用に対する耐久性を大幅に向かうことは明らかである。

【0021】

【実施例】次に実施例により本発明を更に具体的に説明する。

(実施例1) ダイヤモンド基板上に、電子ビームネガ型レジストSNR-M5(東ソー製)を厚さ $0.1\mu\text{m}$ スピニコートし、電子ビーム露光で、 200nm 周期で線幅 50nm の回折格子パターンを 50mm の面積で描画し、キシレンを用いて現像後、酸素ガスを用いた反応性イオンエッティングでダイヤモンドを 200nm の深さエッティングした。そして緩衝弗酸を用いて、SNRレジストの残差を除去して、回折格子用の型とした。

【0022】一方、純度99.99%のアルミニウム板を過塩素酸およびエタノールを1対4混合浴中で電解研磨して、鏡面を有するアルミニウム板を得た。この上面に、先のダイヤモンド板からなる型を密着させ、油圧プレス機を用いて 50MPa の圧力を加えた後、型を除去したところ、アルミニウム板表面に深さ 160nm の窪みが 200nm の周期の回折格子状に形成されていた。この同一の型を用いて、上記のプリント工程を繰り返したところ、数十回のプリント工程を経ても、型の微細凹凸に変化はなかった。

【0023】(実施例2)シリコンカーバイド基板上に、ポジ型電子ビームレジストZEP-520を厚さ $0.1\mu\text{m}$ スピニコートし、電子ビーム露光装置で、金属-半導体-金属(MSM)光検出器用の櫛形電極パターンを $0.1\mu\text{m}$ 周期、 40nm 幅で露光し、現像した。この上面に、電子ビーム蒸着装置で 50nm の厚さのクロムを蒸着し、溶剤であるジグライム中に浸漬して、超音波を印加してレジスト上のクロムをレジストと共に除去し、 40nm 幅 $0.1\mu\text{m}$ 周期の格子状のクロムパターンを形成する。このクロムをマスクとして、 CF_4 ガスを用いた反応性ドライエッティングで、シリコンカーバイド基板を 200nm の深さにエッティングした。この後、酸素プラズマでクロムを除去して、約 50nm 幅、周期 $0.1\mu\text{m}$ 、高さ 160nm の格子状パターンを持つ型を作製した。

【0024】一方、厚さ 2mm のシリコン基板に金を厚さ 100nm 電子ビーム蒸着装置で堆積し、この上面に、シリコンカーバイド基板の型を密着させ、油圧プレスで 40MPa の圧力を加える。その後、型を除去すると、金の厚さが凹部では 45nm 、凸部では 195nm となり、 150nm の段差が生じた。次いで、アルゴンイオンミリング装置で、 55nm の厚さ分の金をエッティング除去して、凹部の金を完全に除去し、幅約 50nm 、周期 100nm 、高さ 90nm の金の櫛形電極パターンを得

た。その後、通常のホトリソグラフィ工程で、パッド電極等を形成して、MSM光検出器を完成させた。このプリント工程も、繰り返し使用しても、電極パターンの断線等は観測されず、十分な耐性があることがわかった。

【0025】(実施例3)厚さ $400\mu\text{m}$ のシリコンカーバイド基板上に、メタン80%、水素20%の混合ガスを用いたECR型CVD装置で、ダイヤモンドライクカーボン薄膜を厚さ $0.5\mu\text{m}$ 堆積した。この上に、ポジ型電子ビームレジストZEP-520を厚さ $0.1\mu\text{m}$ スピニコートし、電子ビーム露光装置で、 $0.1\mu\text{m}$ 周期、 50nm 幅の格子パターンを 20mm 角の面積に露光し、現像した。この上面に、電子ビーム蒸着装置で 40nm の厚さのチタンを蒸着し、溶剤であるジグライム中に浸漬して、超音波を印加してレジスト上のチタンをレジストと共に除去して、 60nm 幅 $0.1\mu\text{m}$ 周期の格子状のチタンパターンを形成する。このチタンをマスクとして、酸素ガスを用いた反応性ドライエッティングで、シリコンカーバイド基板を 200nm の深さにエッティングした。この後、酸素プラズマでクロムを除去して、約 60nm 幅、周期 $0.1\mu\text{m}$ 、高さ 200nm の格子状パターンを持つシリコンカーバイド基板を作製した。この基板を、接着剤を用いて、直径 50mm 、長さ 50mm のステンレス円柱に張り付け、これを型とした。

【0026】一方、厚さ 3mm のポリカーボネート基板に銀を厚さ 120nm 電子ビーム蒸着装置で堆積し、この上面に、ステンレス+シリコンカーバイドの型を密着させ、油圧プレスで 40MPa の圧力を加える。その後、型を除去すると、銀の厚さが凹部では 40nm 、凸部では 200nm となり、 160nm の段差が生じた。次いで、アルゴンイオンミリング装置で、 40nm の厚さの銀をエッティング除去して、幅約 55nm 、周期 100nm 、高さ 100nm の銀の周期パターンを得た。本試料の偏光透過特性を測定したところ、格子パターンに垂直な方向は透過率95%、格子パターンと平行な方向は透過率30%となり、偏光子として作用することがわかった。このプリント工程を100回以上繰り返しても、型に破損や変形はみられなかった。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、電子ビームリソグラフィ等の高解像度の装置を用いて超微細な凹凸を持つ型を作れば、その後は、プリント工程によりサブミクロン～ナノメータ領域の超微細な金属パターンを簡便に、繰り返し作製できるため、回折格子や偏光子等の光学部品、光検出器等の半導体素子の微細電極パターン製造における経済性を高める上での効果が非常に大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態による微細金属凹凸パターン形成工程を示す断面図。

【図2】本発明の第2の実施の形態による微細金属凹凸

パタン形成工程を示す断面図。

【図3】従来の微細パタン形成法の工程の一部を示す断面図。

【図4】従来の微細パタン形成法の工程の他の一部を示す断面図。

【符号の説明】

1 1 …シリコン基板

1 2 …熱酸化シリコン

1 3 …凹凸が形成された熱酸化シリコン

1 4 …シリコン基板

1 5 …PMMA レジスト

1 6 …凹凸がプリントされたPMMA レジスト

1 7 …パタン化されたPMMA レジスト

1 8 …蒸着金属

1 9 …金属パタン

2 1 …型となる物体

2 2 …凹凸が形成された型

2 3 …金属基板

2 4 …凹凸がプリントされた金属基板

3 1 …型となるダイヤモンドあるいはシリコンカーバイド基板

3 2 …凹凸が形成された型

10 3 3 …基板

3 4 …金属層

3 5 …凹凸がプリントされた金属層

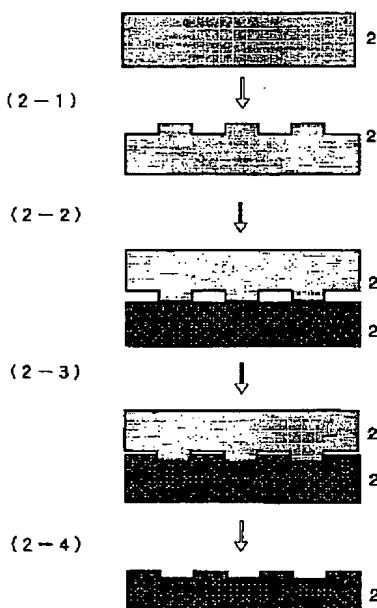
3 6 …金属パタン

【図1】

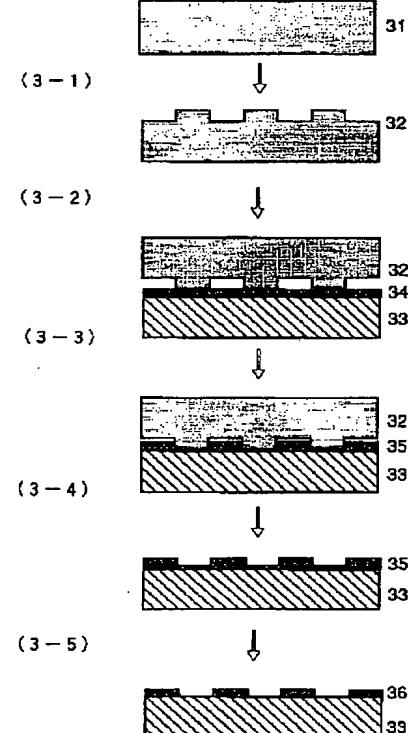
【図2】

【図3】

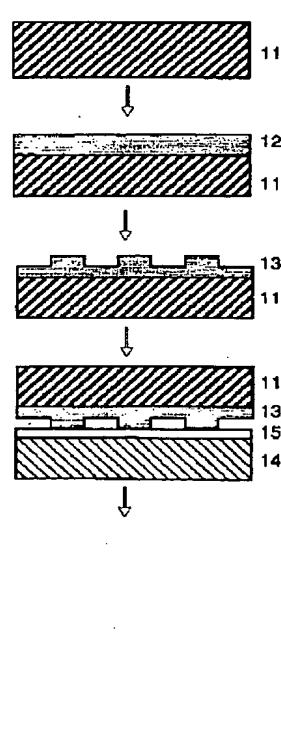
(図1)



(図2)

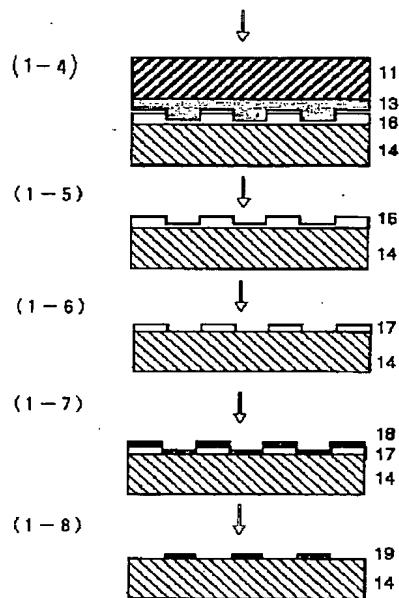


(図3)



【図4】

(図4)



フロントページの続き

(72)発明者 小澤 章

東京都武藏野市御殿山一丁目1番3号 エ

ヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジ株

式会社内